

消化ガスを燃料とする燃料電池 技術の実用化研究

研究報告

'96 下水道新技術研究所年報ダイジェスト 1996 No.21



建設大臣認定機関

財団法人 下水道新技術推進機構

序 文

本機構は、下水道事業がかかえている多様な課題を解決するため、下水道に係わる新技術の研究及び開発を行い、下水道事業への導入を促進し、下水道事業の効率的かつ円滑な推進を図ることを目的に、平成4年9月28日設立以来、新しい技術の研究・開発に取り組んでまいりました。

設立後、5年間が経過するなかで本機構と地方公共団体とで進めた技術開発のうち、大阪市の「下水道資源活用透水性レンガ製造技術の実用化研究」、長野県の「垂直管渠の実用化」等があり、実施として建設され現在稼働しています。今後も、更に新技術の普及実用化を進めていきたいとおもいます。

本報告書は、本機構が設けている下水道新技術研究所における平成8年度の研究成果をとりまとめたものです。

平成8年度は、公的機関から新技術活用モデル事業である「海水を利用したリン資源化技術の実用化研究」他55課題、民間企業から「シールド発進立坑の省面積化システムの開発に関する研究」他18課題、固有研究4課題の合計77課題の調査研究を行い、また、民間が開発した新技術の審査証明5課題を実施しました。

本書は、地方公共団体との新技術活用モデル事業としての共同研究のうち『消化ガスを燃料とする燃料電池技術の実用化研究』についてその概要を報告するものであります。

この報告書が実務の中で積極的に活用されることを願う次第です。

財団法人 下水道新技術推進機構

理事長 玉本 勉

消化ガスを燃料とする燃料電池 技術の実用化研究

はじめに

大阪市では下水汚泥の高濃度消化プロセスの拡大を計画しているが、ここで発生する消化ガスを有効利用するため、消化ガスを用いた燃料電池の実用化を目指している。燃料電池は排ガスによる大気汚染や振動・騒音が少ない環境に優しい発電装置である。

消化ガスを燃料電池燃料として用いるには、有用成分であるメタン濃度を高めるとともに、CO₂、H₂S等の有害成分を除去する必要がある。

このため大阪市では、これら有害物質の除去を目指し、平成5年度より湿式アルカリ2塔式吸収法による実験を行ってきた結果、消化ガス精製の見通しを得た。

本実用化研究は、大阪市下水道科学館に200kW級の実施設を建設し、実証実験を行

うにあたり、燃料電池導入の意義を明らかにするとともに、設計手法の検討・評価を目的に実施したものである。

研究結果

[燃料電池の原理・特徴]

燃料電池は、平板の電解質板を2枚の電極が挟み込んだ単電池で構成される。この単電池に都市ガスやメタノール等を改質して造った水素含有ガスと空気を送り込み、水の電気分解の逆反応によって、燃料を燃焼させることなく直接電気エネルギーとして取り出す装置である(図-1)。燃料電池には、いくつかの種類があるが、本研究では民生用として開発され、ほぼ商業化の段階に達しているリン酸型燃料電池(PAFC)を対象とする。

リン酸型燃料電池は他のタイプの燃料電池より発電効率はやや落ちるものの、作動温度

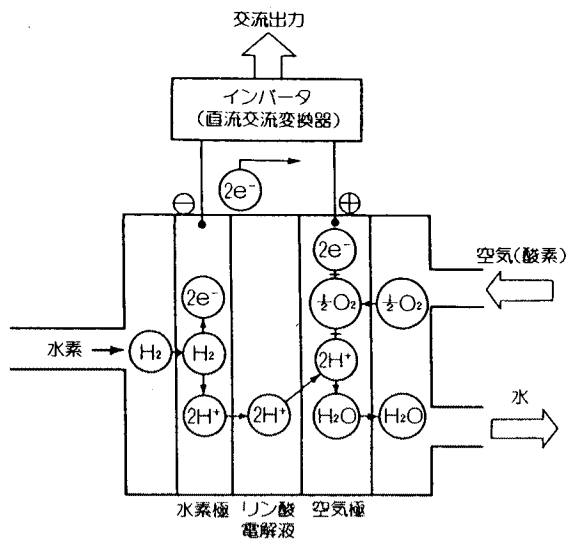


図-1 燃料電池の原理（リン酸型）

表-1 燃料電池用ガスの制限値

有害物質	制限値	燃料電池への影響
H ₂ S	5.5ppm 以下	内部触媒の短寿命化
HCl	十分な知見は無いが	内部触媒の能力低下
SO _x	可能な限り0に近く	内部触媒へ悪影響
NO _x	する必要がある	同上
F化合物		内部触媒の能力低下
O ₂	1.0%以下	脱硫触媒へ悪影響
ばいじん	0.003g/Nm ³ 以下	触媒の圧力損失増大
CO ₂	可能な限り低濃度	電池の出力低下
CH ₄	可能な限り高濃度	90%以上

メタンの他に二酸化炭素および燃料電池に有害な微量成分が含まれているため、燃料電池の燃料とするには、これらの物質を表-1のレベルまで除去する必要がある。

消化ガス精製方法には、①水または水酸化ナトリウム水溶液に溶解させる吸収法、②ゼオライトなどの吸着剤を使用するPSA法、

③CH₄とCO₂の透過速度差を利用する膜法がある。

大阪市が採用している吸収法は、システムが簡略なため、イニシャルコストが低く、操作も少ない。また、CH₄の回収率が高く、安定的な運転が可能である。2塔式吸収法では、1塔目の吸収塔において処理水を用いて大部分のCO₂とH₂Sを吸収させ、2塔目の吸収塔においてNaOH水を用いて残りのCO₂とH₂Sを吸収させることにより、NaOH溶液の消費量を抑え、効率よく精製ガスを得ることができる。(図-2)

が200℃と比較的低いため、取り扱いが容易である。

[消化ガス精製方法の評価]

消化ガスには燃料としての有用成分である

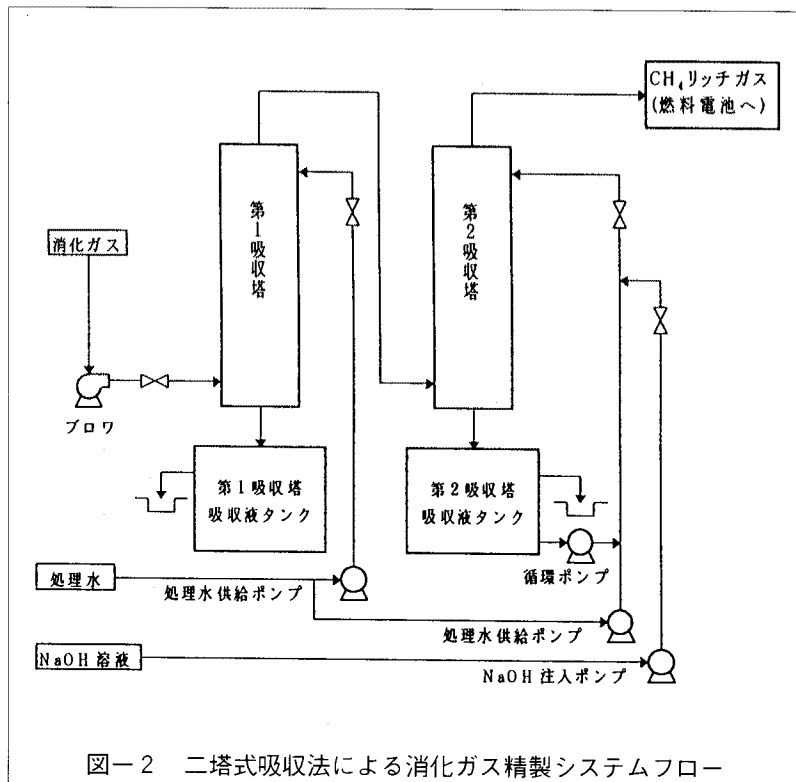


図-2 二塔式吸収法による消化ガス精製システムフロー

表-2 消化ガスシステム経済性試算

消化ガス利用量(Nm ³ /日)	6804	
発電機構成	燃料電池 (200kW×4)	ガスエンジン (600kW)
発電量(kWh/年)	56.1×10 ⁶	44.2×10 ⁶
補機使用電力量(kWh/年)	-3.3×10 ⁶	-3.6×10 ⁶
供給電力量(kWh/年)	52.8×10 ⁶	40.6×10 ⁶
削減電力代(A)(万円/年)	△7,392	△5,684
建設費(万円)	72,000	71,000
ラ 苛性ソーダ	388	-
ン アンモニア	-	159
ニ 減価償却	1,620	1,328
ン 金利	600	591
グ 人件費	1,000	1,500
コ 発電設備補修	2,000	884
ス 補機維持管理	640	330
ト 脱硝触媒交換	-	264
合計(B)(万円/年)	6,248	5,056
(A)+(B)	△1,144	△628

[燃料電池とガスエンジンの比較]

リン酸型燃料電池の特徴を従来のガスエンジンによる発電と比較してみると、①エネルギー効率が高い、②排ガスがクリーン、③騒音振動が少ない、④維持管理が容易—等多くの面で優れており、また、建屋は不要である。しかし本体経費は現時点ではやや高価であり、寿命の延長が課題である。

システムとしての経済性の比較では、削減電力代では有利であるが、ランニングコストでは高くなっている。総合的には若干有利となっているが、大きな差異はなかった。

(表-2)

しかし、下水道資源の有効利用、環境保全の観点等を総合的に判断すれば、燃料電池導入の意義は大きいといえる。

[発電電力の試算]

大阪市内で全量消化を行っている処理場について、平均電力使用量および消化ガス燃料電池発電量を推定すると、消化ガス燃料電池発電により、処理場で必要になる電力量のう

ち約30%を賄うことができる。一方で、場内の電力使用量について30%、消化ガス発電量について20%の変動幅を考慮しても、消化ガス発電量が場内電力使用量を上回ることはない。

[排熱利用計画]

大規模施設を対象として、燃料電池発電システムの排熱を利用した消化槽加温システムについて検討した結果、燃料電池の排熱と引き抜き汚泥との熱交換により消化槽加温システムの必要熱量の全量を賄えることが分かった。

今後の課題

今後の課題として以下の事項が上げられる。

- ①消化ガスを燃料とした燃料電池システムの運転実績が少なく、長期性能確認が必要である。
- ②前処理装置を含め消化ガス適応の燃料電池システムの確立を行い、コストダウンを図る必要がある。
- ③消化ガスには硫黄のほか、リン、フッ素等が微量に含まれる可能性がある。天然ガスなどでは生じない問題であるため、その影響の程度および対策については未解明な部分があり、検討の必要がある。

また、今後の予定としては、平成9年度に新技術活用モデル事業により200kW級の燃料電池発電システムの建設に着手し、平成10年度中の完成を目指している。同施設完成後5年間にわたり、長期的な性能評価研究を行うことにしている。

•この研究に関する問い合わせは

研究第一部長

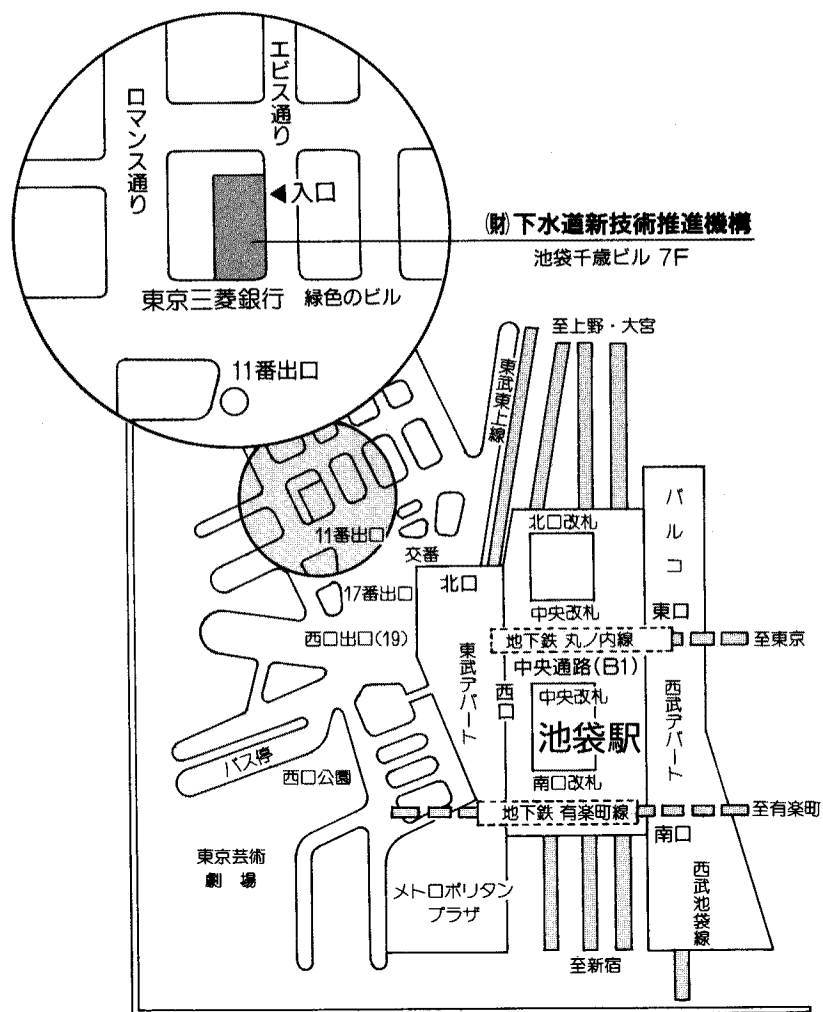
山根 昭

研究第一部
主任研究員

関根 富明

研究第一部
研究員

王尾 和寿



財団法人 下水道新技術推進機構

Japan Institute of Wastewater Engineering Technology

〒171 東京都豊島区西池袋1丁目22番8号 池袋千歳ビル7階

TEL 03-5951-1331 FAX 03-5951-1333